

IPB
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO LUIS BELTRÁN
PRIETO FIGUEROA DE BARQUISIMETO

Revista
educare
ISSN 2244-7296

Depósito Legal: ppi201002LA3674

Órgano de divulgación de la
Subdirección de Investigación y
Postgrado

Edición **25**
Aniversario

doi Crossref OPEN ACCESS
EScience Press Research Scientific Publishing
latindex catálogo 2.0

latindex

DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

LatinREV Red Latinoamericana de Revistas Académicas de Ciencias Sociales y Humanidades

melICA CLACSO redalyc.org

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE COMO RECURSO EVALUADOR: UNA EXPERIENCIA EN ÁLGEBRA LINEAL

*VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT AS AN
EVALUATING RESOURCE: AN EXPERIENCE
IN LINEAR ALGEBRA*

Jhon Herminson Arias Rueda
<https://orcid.org/0000-0002-5216-3069>
Rubén Darío Bracho Velásquez
<https://orcid.org/0000-0001-9276-6027>
Universidad Politécnica Salesiana
ECUADOR

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE COMO RECURSO EVALUADOR: UNA EXPERIENCIA EN ÁLGEBRA LINEAL

VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT AS AN EVALUATING RESOURCE: AN EXPERIENCE IN LINEAR ALGEBRA

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo establecer si evaluar el Álgebra Lineal haciendo uso de un ambiente virtual de aprendizaje diseñado en la aplicación web Moodle facilita a los estudiantes obtener mejores resultados de aprendizaje en la asignatura. El estudio fue descriptivo bajo un enfoque cuantitativo con un diseño no-experimental, la información se recabó con un cuestionario basado en un Modelo de Aceptación de la Tecnología aplicado a 112 estudiantes del primer nivel de ingeniería de la Universidad Politécnica Salesiana. Los resultados evidenciaron la utilidad que perciben los estudiantes al ser evaluados en la plataforma virtual con cuestionarios estructurados desde un amplio banco de preguntas y tareas evaluadas con rúbricas. Además, desde la mirada del estudiante se observó que, el ambiente virtual de aprendizaje utilizado es un recurso tecnológico con una interfaz de fácil uso. Se concluyó que estos recursos fueron fundamentales para alcanzar los logros de aprendizaje de los estudiantes.

Palabras clave: álgebra lineal; evaluación; ambientes virtuales de aprendizaje; sistemas de gestión educativa; Moodle; e-learning.

Abstract

The aim of this research was to set up whether evaluating Linear Algebra using a virtual learning environment designed in the Moodle V3.9 web application facilitates students to obtain better learning results in the subject. The study was descriptive under a quantitative approach and a non-experimental design, information was collected with a questionnaire based on a Technology Acceptance Model applied to 112 first-level engineering students from the Salesian Polytechnic University. The results showed the utility perceived by the students when being evaluated through the virtual platform through questionnaires structured with a large bank of questions and the tasks evaluated with rubrics. On the other hand, from the student's perspective, the virtual learning environment is a technological resource with an easy-to-use interface. It was concluded that these resources were fundamental to achieve the learning achievements of students.

Keywords: linear algebra; evaluation; virtual learning environments; management learning systems; Moodle; e-learning.

Introducción

En la actualidad el uso de la tecnología se ha vuelto parte de la cotidianidad de un considerable número de personas (Basso-Aránguiz et al., 2018; Urquidi et al., 2019), sobre todo en países desarrollados o en vía de desarrollo donde las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) han revolucionado la industria de bienes y servicios, relaciones humanas y hasta la cultura (Castañeda et al., 2018). La educación no escapa de esta realidad, y es que las TIC han impactado significativamente en el sector educativo, convirtiéndose en pilares fundamentales en cada vez más instituciones educativas (Ballinas et al., 2014; R Hernández et al., 2019).

Una muestra de la dependencia que se tiene de la tecnología es la situación que se ha vivido en el mundo producto la pandemia que lo acosa desde inicios de 2020. Dentro de lo que se ha llamado la “nueva normalidad” el mundo de la educación ha cambiado drásticamente confiando plenamente en la tecnología para realizar conferencias y otras actividades educativas (Engelbrecht et al., 2020). Por tal motivo, es plausible cualquier aporte que pueda generar mejores resultados en los procesos de enseñanza-aprendizaje tomando en cuenta que las nuevas tecnologías de información y comunicación están cambiando la forma en cómo se lleva a cabo la educación e incorporando nuevas estrategias de instrucción que generan ambientes virtuales facilitadores del aprendizaje y del acceso a la información (Moreno & Montoya, 2015).

Un aspecto importante a considerar en la educación desde la virtualidad es la evaluación, pues es una de las componentes que dirige y permite analizar los procesos de enseñanza y aprendizaje (González-Segura et al., 2018; Martínez-Acosta & Uzuriaga, 2016). Dentro del ambiente educativo, y en específico para cada asignatura, pueden encontrarse diferentes formas de determinar si un alumno ha alcanzado sus logros de aprendizaje; proyectos, exposiciones, exámenes escritos, orales, deberes..., sin embargo, todas convergen en la evaluación de la actividad. Martínez-Acosta & Uzuriaga (2016) defienden que la evaluación permite controlar los logros de aprendizaje proponiendo cambios y mejoras en la ejecución de tareas durante el proceso y recalcan su importancia desde la formación y desarrollo personal.

Por su parte, Hernández et al. (2019) consideran que debe existir una integración entre un ordenador y la evaluación, donde el docente integre las herramientas para evaluar, es decir, una evaluación en una plataforma virtual será eficiente en la medida que sea un instrumento de perfeccionamiento didáctico constante, lo que implica un diseño de preguntas y actividades

preparadas a partir de la percepción del estudiante de la utilidad y facilidad de uso del recurso.

Desde hace años, algunos investigadores ya han realizado estudios que relacionan el uso de la tecnología con la evaluación: Por ejemplo, Sánchez et al. (2013) ya habían realizado un estudio donde incorporaron un programa para evaluar una asignatura optativa de la licenciatura en Pedagogía de la Universidad de Murcia a través de la red. Los autores evidenciaron como principal ventaja de llevar este tipo de evaluación la adquisición de mecanismos que permitieron al docente conocer el rendimiento individual y colectivo del estudiante.

Por su parte, Fuentes & López (2017) realizaron una investigación donde se evaluó por medio de la aplicación “Plickers” el producto final de un curso de Educación Física. Sus resultados señalan que los alumnos consideraron esta aplicación útil, sencilla y muy buena para ser evaluados porque les ayudó a reflexionar durante su aprendizaje. Y más reciente, Sacramento (2020) analizó las ventajas y desventajas de evaluar mediante el uso de las TIC a un curso de lengua extranjera, concluyendo que la inminente inmersión en la tecnología nos lleva a pensar en un cambio radical en nuestra forma de llevar a cabo la docencia y la evaluación.

Con estos antecedentes, el presente estudio centra su atención en la evaluación del Álgebra Lineal a través de un Ambiente Virtual de Aprendizaje diseñado en la plataforma Moodle (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment) que es uno de los sistemas de gestión educativa más usados por las universidades a nivel mundial (González-Segura et al., 2018; Moreno & Montoya, 2015). El objetivo de la investigación fue establecer si el uso de esta plataforma para evaluar el Álgebra Lineal ofrece mejores resultados de aprendizaje en la asignatura, para ello se aplicó una evaluación que luego fue validada por los estudiantes utilizando un modelo de aceptación tecnológica.

Ambientes virtuales de aprendizaje

Dentro del ambiente educativo el uso de la tecnología ha cobrado bastante importancia, haciendo que las clases tradicionales busquen desarrollarse con el uso de nuevas herramientas educativas conocidas como e-learning, y permitiendo adaptarse a una nueva realidad de aprendizaje virtual (Tapia-León et al., 2015). Los autores entienden e-learning como cualquier actividad educativa donde se apliquen medios tecnológicos para facilitar los procesos de aprendizaje. Más aún, García-Peñalvo & Seoane (2015) destacan del e-learning la personalización del aprendizaje, la conectividad con otros pares, el acceso ilimitado de información y la flexibilidad en el modo,

momento y lugar de acceso a la actividad. En este sentido, los programas de educación buscan cada vez más centrarse en estas herramientas, y para ello hacen uso de plataformas denominadas Sistemas de Gestión de Aprendizaje (SGA), que son aplicaciones web que permiten el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje facilitando la administración, distribución y control de las actividades de formación educativa bajo una modalidad virtual (Silva, 2017; Tapia-León et al., 2015), entre los SGA más usados a nivel mundial se encuentra Moodle (Modular Object oriented Dynamic Learning Environment), una plataforma de código abierto y modular (González-Segura et al., 2018; Moreno & Montoya, 2015).

La Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador utiliza esta aplicación web desde el año 2006, con ella ha creado un Ambiente Virtual de Aprendizaje integrando en el transcurso de los años nuevas herramientas que son utilizadas en todos los grados que oferta, tanto en la educación a distancia como en la presencial. Estos ambientes virtuales son sistemas diseñados para facilitar la gestión de cursos a distancia o bien como complementos de cursos presenciales, propiciando la construcción del conocimiento desde el ámbito individual al colectivo y creando condiciones favorables de aprendizaje (Araque et al., 2018; Castro, 2019; Moreno & Montoya, 2015).

En la actualidad, un aula virtual se considera una innovación educativa en la docencia universitaria (Silva, 2017). Al respecto, Luis et al. (2015) señalan que estas plataformas apoyan el proceso de enseñanza-aprendizaje por medio de una interfaz de fácil uso, gestionando cursos que eliminan la barrera de la distancia y permitiendo una libre repetición de evaluaciones y/o cuestionarios de entrenamiento.

Este estudio se centró en este último aspecto, un ambiente virtual de aprendizaje como recurso evaluador, haciendo énfasis en la importancia de optimizar su uso al aprovechar todas las herramientas que ofrece para gestionar un curso y viendo en él una herramienta útil para realizar innovación educativa a nivel superior. En atención a esto, Silva (2017) menciona que generalmente se transfiere al espacio virtual un modelo tradicional de educación, es por ello, que esta investigación pretende animar a docentes universitarios a explorar nuevas y mejores innovaciones educativas basadas en ambientes virtuales de aprendizaje.

El álgebra lineal desde la virtualidad

El Álgebra Lineal es considerada una de las disciplinas más importante dentro de la matemática, ya que representa un eje transversal en la ciencia: ingeniería, economía, ciencias

sociales, ciencias naturales, medicina, etc. (Trigueros & Wawro, 2020). Además, por esa importancia es una de las principales disciplinas incorporadas en los primeros niveles de la educación superior (Lima & Gomes, 2018). En particular, en Álgebra Lineal en la ingeniería proporciona al estudiante las herramientas fundamentales necesarias para la comprensión y análisis de otras asignaturas vinculadas directamente con la carrera, siendo una de las primeras que estudian los futuros ingenieros, motivo por el cual los docentes que la imparten deben asegurar que se logren los resultados de aprendizaje esperados, y una forma de hacerlo es a través de la evaluación vista como parte del proceso de formación (Martínez-Acosta & Uzuriaga, 2016).

Actualmente se vive una era tecnológica que promueve el planteamiento de nuevas y mejores formas de evaluar los contenidos matemáticos, haciendo uso de las TIC e incentivando una evaluación desde una mirada desarrolladora que permita una verdadera evolución cognitiva de los estudiantes (Martínez-Acosta & Uzuriaga, 2016). Sin embargo, para el caso de la enseñanza del Álgebra Lineal, este tema representa un reto tanto para docentes, al momento de preparar sus clases, como para los estudiantes cuando asisten a ellas y se enfrentan a las actividades propuestas, siendo esta disciplina, desde que se incorporó a los planes de estudio de diferentes programas de pregrado, reconocida como una fuente de dificultad para los estudiantes, principalmente por la naturaleza abstracta de los conceptos que involucra (Bianchini et al., 2019; Trigueros & Wawro, 2020).

Toda esta situación conlleva el interés de un gran número investigadores por estudiar los procesos de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, en muchos de los casos con ayuda de nuevas herramientas tecnológicas (Bianchini et al., 2019; Carraher & Schliemann, 2020; Hausberger, 2020; Marin & Romero, 2018; Ortiz et al., 2008; Sancho & Daza, 2014; Trigueros, 2019; Trigueros & Oktaç, 2019; Trigueros & Wawro, 2020). De cara a esta realidad, este estudio se ha enfocado en el Álgebra Lineal y en especial en su modo de evaluación, buscando con ello incentivar a los docentes del área a buscar e implementar nuevas e innovadoras estrategias para evaluar los procesos de aprendizaje. Al respecto, Marin & Romero (2018) concluyeron en una investigación que pocos profesores implementan estrategias innovadoras de enseñanza para tratar contenidos matemáticos, de allí que se pretenda motivar a docentes al gran reto de innovar.

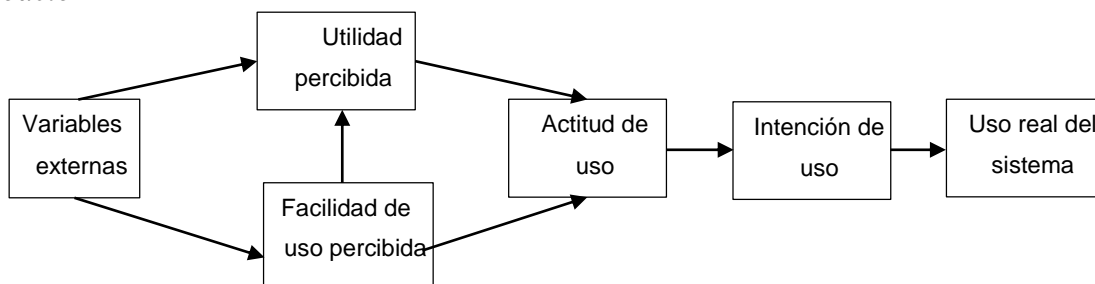
Modelo de aceptación de tecnología, la mirada del estudiante

El modelo de aceptación de la tecnología, TAM, por sus siglas en inglés Technology Acceptation Model, es un modelo propuesto por Davis (1989), donde plantea que la utilidad y la facilidad de uso percibida por los usuarios de algún recurso tecnológico son determinantes fundamentales para su aceptación. En esta investigación, se ha enfocado la atención en la aplicación de este modelo sobre la evaluación de la asignatura Álgebra Lineal con la intención de conocer de los estudiantes el grado de aceptación que tienen éstos sobre un ambiente virtual de aprendizaje diseñado en la plataforma Moodle V3.9 durante el proceso de evaluación.

Bajo este contexto, se ha adaptado el concepto de utilidad percibida (Davis, 1989) como el grado en que el estudiante cree que usar la plataforma para ser evaluado favorecería su desempeño académico; del mismo modo, se definió facilidad de uso (Davis, 1989) como el grado en que un estudiante cree que usar la plataforma para ser evaluado lo libera de esfuerzo, en esta última definición es importante aclarar que cuando se habla de “liberar esfuerzo” no se refiere a un esfuerzo académico en la asignatura, sino al esfuerzo mental necesario para interactuar con la plataforma.

El modelo TAM plantea que existe un efecto directo de la facilidad de uso y utilidad percibida sobre la actitud hacia el uso del recurso tecnológico (Davis, 1993). Además, la facilidad prevalece sobre la utilidad, es decir, un ambiente virtual de aprendizaje fácil de usar es muy probable que sea percibido como un recurso útil (Manuel Sánchez et al., 2007). De esta manera, la facilidad influye sobre la utilidad, y estas dos influyen de manera positiva o negativa sobre la actitud del estudiante al hacer uso de la plataforma como recurso evaluador (Urquidi et al., 2019), y la actitud del estudiante condicionará la intención de comportamiento que finalmente determinará el uso real que se dará al recurso (Davis, 1993), estas ideas son resumidas en la figura 1.

Figura 1
Modelo TAM



Nota: Adaptado de Ballinas et al. (2014)

Otros investigadores han aplicado este modelo para analizar la aceptación de recursos tecnológicos en el ámbito educativo, recientemente Almeida & Cabero (2020) usaron el modelo TAM para un estudio en una universidad de Brasil con el fin de medir la aceptación de los estudiantes en el uso de una aplicación móvil de realidad aumentada en disciplinas de hormigón reforzado, el modelo permitió evidenciar que este recurso mejora la habilidad de visualización espacial. Larrea & Balarezo (2019) se basaron en los resultados obtenidos por medio de un modelo TAM para mostrar la aceptación tecnológica de una plataforma que serviría como ayuda a la gestión académica de docentes y estudiantes universitarios. Por su parte, Sánchez-Prieto et al. (2017) se fundamentaron en este modelo para realizar una investigación en una universidad española donde analizaron la aceptación de las tecnologías móviles entre los estudiantes de grado de maestro de primaria, evidenciándose resultados favorables en el uso de estas tecnologías.

Basados en lo anterior, se consideró oportuno aplicar un modelo TAM para medir el grado de aceptación que tienen los estudiantes de Álgebra Lineal al ser evaluados por medio de la plataforma, ya que debido a la importancia y el cada vez mayor uso de la tecnología en el ambiente educativo es evidente la necesidad de una mayor comprensión de cómo los estudiantes perciben el recurso y las variables que influyen favorablemente en sus procesos de aprendizajes (Urquidi et al., 2019). Para ello, se ha elaborado un cuestionario con una escala Likert con 16 aseveraciones que permitieron medir las variables externas que pueden incidir en la facilidad de uso y utilidad que el estudiante percibe de las evaluaciones aplicadas en la plataforma.

El Método

La presente investigación fue un estudio descriptivo que estuvo enmarcado bajo un enfoque cuantitativo con un diseño no-experimental (Hernández et al., 2014) puesto que los investigadores se limitaron a observar y analizar el proceso de evaluación de la asignatura Álgebra Lineal por medio de la plataforma con el objetivo de establecer si su uso en las evaluaciones ofrece mejores resultados de aprendizaje en la asignatura, para ello se aplicó un cuestionario fundamentado en el modelo TAM y cuyo propósito fue medir el grado de percepción de los estudiantes en la facilidad de uso y utilidad de la plataforma como recurso evaluador en la asignatura.

Descripción de la asignatura y de la muestra

La investigación se llevó a cabo en la asignatura Álgebra Lineal que pertenece al primer semestre de la malla curricular de las carreras de ingeniería de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. La materia consta de tres unidades; unidad 1: matrices, determinantes y sistemas de ecuaciones lineales; Unidad 2: Vectores en R^2 y R^n ; Unidad 3: Espacios vectoriales. Esta disciplina es evaluada sobre 100 puntos, divididos en dos ciclos de 50 puntos cada uno, y a su vez cada ciclo se evalúa con 30 puntos de aprovechamiento académico (tareas, deberes, asignaciones, pruebas...) y 20 puntos de una evaluación parcial que incluye todos los contenidos del ciclo. En el primer ciclo se evaluó la primera unidad y en el segundo ciclo la segunda y tercera unidad.

Dentro de una población conformada con cerca de 400 estudiantes del primer nivel de las carreras de ingeniería del primer período de 2020, se seleccionó una muestra de 112 participantes que fueron seleccionados por el fácil acceso a ellos ya que los docentes responsables de estos estudiantes eran los mismos investigadores de este estudio. Todos los participantes de la muestra fueron evaluados siguiendo la metodología propuesta en este artículo y finalizado el semestre todos respondieron una encuesta basada en el modelo TAM.

Un ambiente virtual de aprendizaje como instrumento de evaluación de la asignatura

Un ambiente virtual de aprendizaje facilita el uso de un variado número de recursos que ayudan al docente a evaluar a sus estudiantes, entre éstos resaltan los cuestionarios y las tareas, un cuestionario funciona como una evaluación diseñada a partir de un banco de preguntas almacenado en la plataforma y que debe ser diseñado por el docente a cargo de la asignatura. Las tareas son actividades que se asignan al estudiante con el propósito de obtener un resultado de aprendizaje, para ello, la plataforma permite asignar la actividad y mostrar la rúbrica de evaluación con la cual será evaluada. Los participantes de este estudio fueron evaluados durante el semestre con el uso de estas dos actividades.

Los cuestionarios

En primer lugar, se elaboró un banco con 450 preguntas (reactivos) y cuyos contenidos evaluaban todos los temas de la primera unidad (Matrices, determinantes y sistemas de ecuaciones lineales), lo mismo se hizo para las otras dos unidades, cada reactivo fue pensado para evaluar un logro de aprendizaje específico. La elaboración de estas preguntas estuvo a cargo del claustro docente de análisis matemático con los 10 profesores que estaban o habían trabajado con la

asignatura. A partir de este banco se diseñó un cuestionario para cada parcial con 20 preguntas tomadas aleatoriamente de las unidades correspondientes. Cada docente tuvo la responsabilidad de elaborar una cantidad determinada de preguntas según el nivel de dificultad, y luego se crearon pares ciegos para validar la pertinencia y claridad de cada pregunta, este proceso sirvió para validar la confiabilidad de los cuestionarios que luego fueron aplicados a los estudiantes.

Con la intención de determinar si el número de preguntas era suficiente para garantizar una evaluación que brindara una alta posibilidad de evaluar eficientemente los resultados de aprendizaje del estudiante, se hicieron simulaciones de exámenes tomando como modelo la evaluación del primer parcial (Unidad 1) y usando el método de Monte Carlo para generarlos aleatoriamente (Grijalva, 2009), tratando de imitar la generación aleatoria que realiza la plataforma internamente. La única restricción que se impuso en las simulaciones fue no repetir preguntas en un mismo examen, la generación de los exámenes fue sin estado de memoria, es decir, cada examen se generó completa e independientemente de cualquier otro. La simulación se realizó en Excel, elaborando un código en Visual Basic para Aplicaciones donde los exámenes resultantes se imprimen en hojas de Excel. Finalmente, se creó una hoja de cálculo para hacer el consolidado de las hojas mencionadas para su posterior análisis estadístico.

Las tareas

La aplicación de tareas como método de evaluación se fundamentó en las rúbricas de evaluación, éstas se elaboran directamente en la plataforma y garantizan la transparencia de la evaluación. En primer lugar, se diseña la tarea (indicaciones, contenido, preguntas, bibliografía...) y luego se diseña la rúbrica indicando los criterios con los que se evaluará y sus niveles logro. La figura 2 muestra un ejemplo de una rúbrica de evaluación construida para evaluar una tarea.

Figura 2
Ejemplo de una rúbrica de evaluación

  	Tiempo de entrega	El portafolio fue entregado a tiempo 3 puntos ✕	El portafolio fue entregado con menos de 24 horas de retraso 2 puntos ✕	El portafolio fue entregado con más de 24 horas de retraso 1 puntos ✕	El portafolio no fue entregado 0 puntos ✕	
   	Formato de la entrega	El portafolio está resuelto con letra legible y el escaneo permite una lectura fluida 2 puntos ✕	El portafolio está resuelto con letra legible pero el escaneo no permite una lectura fluida 1 puntos ✕	El formato de la entrega es tan deficiente que no permite hacer una corrección adecuada del portafolio 0 puntos ✕		
   	Portafolio completo	El portafolio refleja todos los ejercicios propuestos con sus respectivas gráficas (en caso de requerirlas), y además se aprecia la separación entre cada deber que lo conforma. 3 puntos ✕	El portafolio refleja todos los ejercicios propuestos con sus respectivas gráficas (en caso de requerirlas). Pero no se aprecia la separación entre cada deber que lo conforma. 2 puntos ✕	El portafolio refleja todos los deberes propuestos, sin embargo no todas o ninguna de las gráficas se aprecian. 1 puntos ✕	El portafolio está incompleto porque faltan deberes y/o ejercicios, gráficas o ambas. 0 puntos ✕	
   	Portafolio correcto	Todos los ejercicios propuestos están correctos 4 puntos	Al menos 75% del (o los) ejercicio (s) están correctos y completos 3 puntos	Al menos 50% del (o los) ejercicio (s) están correctos y completos 2 puntos	Menos del 50% del (o los) ejercicio (s) es correcto y completos 1 puntos	La resolución del deber es incorrecta e incompleta. 0 puntos
  	Calidad general del portafolio	Alta 3 puntos ✕	Media 2 puntos ✕	Baja 1 puntos ✕	Muy baja 0 puntos ✕	

Nota: Esta rúbrica fue utilizada para evaluar un portafolio que cada estudiante debía armar a partir de deberes asignados por el docente.

Instrumento para conocer el grado de aceptación de la plataforma como recurso evaluador

El instrumento para conocer el grado de aceptación la plataforma como recurso evaluador de la disciplina Álgebra Lineal fue una encuesta dividida en dos categorías, facilidad de uso y utilidad percibida. Para identificar las variables externas que inciden sobre las categorías se plantearon 8 aseveraciones por cada una, para luego ser medidas por medio de una escala Likert valorada del 1 al 5 donde: (5) Totalmente de acuerdo; (4) De acuerdo; (3) Neutral; (2) En desacuerdo; (1) Totalmente en desacuerdo. La Tabla 1 muestra las aseveraciones del cuestionario con su respectiva categorización.

Tabla 1

Cuestionario basado en el modelo TAM

Categorías	Identificación	Aseveraciones
Facilidad de uso percibida	P1	Aprender a utilizar la plataforma para realizar las evaluaciones ha sido fácil para mí.
	P2	La interfaz en la que se presentan las preguntas durante los cuestionarios me facilita su comprensión.
	P3	Mi interacción con la plataforma para responder los cuestionarios ha sido fluida
	P4	No tuve problemas para ingresar a los cuestionarios desde mi ordenador y/o dispositivo móvil
	P5	Las preguntas en los cuestionarios se organizan de manera adecuada
	P6	Las rúbricas que se muestran en la plataforma me facilitan comprender el propósito de la tarea
	P7	Una vez que me han evaluado una tarea, fácilmente puedo caer en cuenta en mis errores gracias a la rúbrica de evaluación.
	P8	Prefiero ser evaluado por medio de la plataforma
Utilidad percibida	P9	Ser evaluado en álgebra lineal por medio de la plataforma me ha sido útil para obtener mis logros de aprendizaje.
	P10	La retroalimentación inmediata (o en muy poco tiempo) que recibo de mis evaluaciones me resultan útiles.
	P11	Usar la plataforma para las evaluaciones de álgebra lineal me ayuda a completarlas más rápido.
	P12	Considero muy relevante el uso la plataforma para evaluar la asignatura Álgebra Lineal
	P13	Ser evaluado por medio de la plataforma influyó positivamente en mi aprendizaje

P14	Responder un cuestionario con varios intentos (aunque las preguntas sean diferentes) me ayuda a comprender mejor la materia
P15	Observar la rúbrica de evaluación para cada tarea me ha sido muy útil al momento de realizarla
P16	Tener acceso a la rúbrica de evaluación en la plataforma me resulta útil para conocer cómo será evaluada mi tarea.

Nota: Adaptado de Almeida Mello & Cabero Almenara (2020) y Larrea & Balarezo (2019)

Para validar la pertinencia, claridad y relevancia del instrumento, éste fue sometido a la revisión de tres expertos en informática educativa, quienes luego de hacer algunas sugerencias respecto a la claridad de las preguntas, estuvieron de acuerdo con que el instrumento era pertinente, claro y relevante.

Análisis y discusión de los resultados.

En un caso ideal, al aplicar un examen a un grupo de estudiantes, todos los exámenes deben ser totalmente diferentes, es decir, el número de preguntas compartidas en los exámenes debe ser nulo. Con el propósito de investigar este resultado, se realizaron 20 simulaciones con el código mencionado antes para generar exámenes a un grupo de 30 estudiantes. La estructura del examen fue de 20 preguntas tomadas del banco de 450 preguntas. La intención de las simulaciones fue determinar el porcentaje de similitud que pueden llegar a tener los exámenes aplicados bajo las condiciones mencionadas, haciendo notar el número de repeticiones que tenía una pregunta en los 30 cuestionarios. Se tomaron 20 preguntas para la construcción del examen considerando un escenario extremo ya que al disminuir el número de preguntas el resultado será más cercano al caso ideal.

Una vez realizadas las 20 simulaciones fue posible recolectar la información más relevante resumida en la siguiente tabla:

Tabla 2

Promedio de preguntas que se repitieron n veces durante las veinte simulaciones

<i>Número de apariciones</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
<i>Promedio de preguntas repetidas</i>	5,4	7	4,7	2,1	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Porcentaje del promedio de preguntas repetidas</i>	27%	35%	24%	10%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Los números del 1 al 12 indican el número de veces que se repite una pregunta, la segunda fila indica el número de preguntas en promedio que se repitieron tantas veces como lo indica la fila superior y la tercera fila representa la misma información de la segunda, pero en porcentajes. Por ejemplo, en promedio el 10% de un examen (alrededor de 2 preguntas) se repitió 4 veces en cada simulación, lo que significa que al aplicarle a un estudiante un examen, éste tendrá 2 preguntas que también les habrán salido a otros 3 estudiantes entre los 30 del curso.

Bajo este análisis, el resultado de las simulaciones muestra que el 27% de un examen (entre 5 y 6 preguntas de las 20 que lo forman), podrían ser únicas, lo que significa que en promedio cada estudiante tendrá aproximadamente el 27% de su examen totalmente diferente al del resto de sus compañeros. Además, en promedio el 35% de las preguntas salieron 2 veces, es decir, 7 preguntas del examen de un estudiante están compartidas con otro estudiante (no necesariamente el mismo). Del mismo modo, alrededor de 5 preguntas (24%) aparecieron 3 veces, es decir, un estudiante tiene en promedio 5 preguntas compartidas con otros dos alumnos (no necesariamente los mismos).

Esta información nos lleva a concluir que, al realizar un examen de 20 preguntas, diseñado a partir de un banco de 450 preguntas para un grupo de 30 estudiantes, en promedio el 59% de cada examen (12 preguntas aproximadamente) podrían salir no más de 2 a 3 veces entre los 30 exámenes aplicados, y además el 27% de cada examen será totalmente diferente al del resto. Estos números reflejan que bajo estas condiciones la posibilidad de fraude en un examen elaborado en un ambiente virtual de aprendizaje como Moodle V3.9, puede disminuir considerablemente basados en la

variedad de posibles exámenes que logran armarse, más aún cuando se diseñe un examen que tenga menos de 20 preguntas con el mismo banco.

Respecto a la aplicación del modelo TAM, con el cual se pretendió medir el grado de aceptación que tuvieron los estudiantes del uso de un ambiente virtual de aprendizaje para ser evaluados, se pudo resumir la información recolectada en las tablas 3 y 4, donde se muestran por separado los resultados de la facilidad de uso y de utilidad percibida por los estudiantes respecto al ambiente virtual.

Tabla 3

Resultados obtenidos de la facilidad de uso de la plataforma percibida por los estudiantes

Preguntas	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
P1 Aprender a utilizar la plataforma para realizar las evaluaciones ha sido fácil para mí.	36%	45%	14%	5%	0%
P2 La interfaz en la que se presentan las preguntas durante los cuestionarios me facilita su comprensión.	25%	41%	23%	9%	2%
P3 Mi interacción con la plataforma para responder los cuestionarios ha sido fluida	34%	43%	20%	4%	0%
P4 No tuve problemas para ingresar a los cuestionarios desde mi ordenador y/o dispositivo móvil	38%	23%	27%	13%	0%
P5 Las preguntas en los cuestionarios se organizan de manera adecuada	38%	36%	23%	4%	0%
P6 Las rúbricas que se muestran en la plataforma me facilitan	45%	29%	21%	5%	0%

	comprender el propósito de la tarea					
P7	Una vez que me han evaluado una tarea, fácilmente puedo caer en cuenta en mis errores gracias a la rúbrica de evaluación.	39%	25%	30%	5%	0%
P8	Una vez que me han evaluado una tarea, fácilmente puedo caer en cuenta en mis errores gracias a la rúbrica de evaluación.	43%	21%	27%	5%	4%
Promedios		37%	33%	23%	6%	1%

Como puede apreciarse en la tabla 3, en promedio el 70% de los estudiantes que participaron en el estudio estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo con las aseveraciones que orientan a decidir que el uso de la plataforma les facilitó la comprensión y ejecución del proceso de evaluación de la asignatura. Del mismo modo, la tabla 4 refleja que el 76% de los estudiantes estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo con la utilidad que este ambiente virtual de aprendizaje tiene en el proceso de evaluación del álgebra lineal.

Tabla 4

Resultados obtenidos de la utilidad de la plataforma percibida por los estudiantes

Preguntas	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
P9 Ser evaluado en álgebra lineal por medio de la plataforma me ha sido útil para obtener mis logros de aprendizaje.	34%	36%	23%	5%	2%
P10 La retroalimentación inmediata (o en muy poco tiempo) que recibo de mis evaluaciones me resultan útiles.	43%	32%	21%	4%	0%

P11	Usar de la plataforma para las evaluaciones de álgebra lineal me ayuda a completarlas más rápido.	34%	41%	20%	2%	4%
P12	Considero muy relevante el uso de la plataforma para evaluar la asignatura Álgebra Lineal	36%	32%	29%	4%	0%
P13	Ser evaluado por medio de la plataforma influyó positivamente en mi aprendizaje	39%	32%	29%	4%	0%
P14	Responder un cuestionario con varios intentos (aunque las preguntas sean diferentes) me ayuda a comprender mejor la materia	59%	29%	7%	5%	0%
P15	Observar la rúbrica de evaluación para cada tarea me ha sido muy útil al momento de realizarla	48%	39%	13%	0%	0%
P16	Tener acceso a la rúbrica de evaluación en la plataforma me resulta útil para conocer cómo será evaluada mi tarea.	46%	36%	18%	0%	0%
Promedios		42%	34%	19%	3%	1%

En este sentido, gracias al modelo de aceptación de la tecnología que se aplicó, se pudo concluir que el uso de cuestionarios y rúbricas de evaluación para las tareas asignadas resultan muy útiles cuando son elaboradas siguiendo los lineamientos de este estudio, al tiempo que proyectan una facilidad en su uso. Para el caso de los cuestionarios, armándolos a partir de un amplio banco de preguntas, y para las tareas, evaluarlas a partir de rúbricas presentadas a los alumnos antes, durante y luego de la evaluación a fin de hacerlas transparentes. Siguiendo esta metodología de evaluación, la tabla 4 muestra en la pregunta P9 que el 70% de los estudiantes estuvieron de acuerdo

o totalmente de acuerdo con el hecho de que haber sido evaluados por medio de la plataforma les ayudó a obtener sus logros de aprendizaje.

De esta manera, los resultados mencionados al momento corroboran las ideas de Martínez-Acosta & Uzuriaga (2016) al evidenciar que es posible evaluar los contenidos matemáticos incentivando una evaluación desde una mirada desarrolladora, en este caso utilizando un ambiente virtual de aprendizaje que facilita y garantiza una evaluación personalizada y de calidad.

Conclusiones

Este estudio reflejó que cuando se hace un uso adecuado de un ambiente virtual de aprendizaje es posible ayudar al estudiante a obtener los resultados de aprendizaje esperados. Para ello, es recomendable elaborar bancos de preguntas que consten con al menos 450 reactivos que midan los logros de aprendizaje alcanzados. Esto no solo minimiza el fraude en un examen, sino que también permite al docente aplicar repetidas veces una evaluación siempre personalizada, siendo esta personalización una de las ventajas que resaltan García-Peñalvo & Seoane (2015) al referirse a las ventajas que tienen los e-learning. Es oportuno mencionar que realizar un amplio banco de preguntas puede ser un trabajo arduo, por lo cual se recomienda trabajar en conjunto con otros colegas de la asignatura con el fin de ampliarlo y validarlo.

Del mismo modo, es oportuno recalcar que la evaluación de una tarea siempre debe ser hecha por medio de una rúbrica que refleje claramente cuáles son los criterios con los cuales será evaluada y sus respectivos niveles de logro, ya que de acuerdo con los resultados de esta investigación este recurso les resulta muy útil a los estudiantes para alcanzar altos niveles de aprendizaje.

Es así como puede concluirse que, al hacer un buen uso de un ambiente virtual de aprendizaje diseñado en Moodle es posible facilitar a los estudiantes mejorar en sus resultados de aprendizaje, enfocados especialmente en una retroalimentación oportuna e inmediata lo cual sería imposible de hacer por cualquier docente de una forma tradicional con grupos grandes de estudiantes.

Finalmente, se espera que este artículo sirva como antecedente a futuras investigaciones que pretendan estudiar el impacto que tienen los ambientes virtuales de aprendizaje no solo en la

evaluación sino en todo el proceso de formación del estudiante en las áreas de las ciencias exactas y de esta manera seguir motivando al gran reto que tienen los docentes de innovar.

Referencias

- Almeida, G., & Cabero, J. (2020). Aid-augmented reality for reinforced concrete class: students' perception. *ALTERIDAD. Revista de Educación*, 15(1), 12–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.01>
- Araque, I., Montilla, L., Meleán, R., & Arrieta, X. (2018). Virtual learning environments: a view from the theory of conceptual fields. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias*, 13(1), 86. <https://doi.org/10.14483/23464712.11721>
- Ballinas, M., Arroyo, M., & Álvarez, D. (2014). Modelo de Aceptación Tecnológica: Análisis Comparativo entre la Plataforma Moodle SAE versión 2 . 5 . 3 y la versión. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 1(1). <https://doi.org/https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/128/175>
- Basso-Aránguiz, M., Bravo-Molina, M., Castro-Riquelme, A., & Moraga-Contreras, C. (2018). Propuesta de modelo tecnológico para Flipped Classroom (T-FliC) en educación superior. *Revista Electrónica Educare*, 22(2), 1. <https://doi.org/10.15359/ree.22-2.2>
- Bianchini, B. L., Loureiro de Lima, G., & Gomes, E. (2019). Linear algebra in engineering: an analysis of Latin American studies. *ZDM - Mathematics Education*, 51(7), 1097–1110. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01081-5>
- Carraher, D., & Schliemann, A. D. (2020). Early Algebra Teaching and Learning. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 249–252). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_54
- Castañeda, L., Esteve, F., & Adell, J. (2018). Why rethinking teaching competence for the digital world? Linda. *RED. Revista de Educación a Distancia*. Núm, 56(6), 31–1. <https://doi.org/10.6018/red/56/6>
- Castro, M. C. (2019). Ambientes de aprendizaje. *SOFIA-SOPHIA*, 15(2), 40–54. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18634/sophiaj.15v.2i.827>
- Davis, F. (1993). User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International Journal of Man-Machine Studies*, 38(3), 475–487. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/imms.1993.1022>

- Davis, F. D. (1989). Information Technology Introduction. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://www.redalyc.org/pdf/654/65414107.pdf>
- Engelbrecht, J., Borba, M. C., Llinares, S., & Kaiser, G. (2020). Will 2020 be remembered as the year in which education was changed? *ZDM, Sehoole*, 1–4. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01185-3>
- Fuentes, T., & López, V. (2017). Evaluación auténtica, coevaluación y uso de las TIC en educación física: un estudio de caso en secundaria. *Infancia, Educación y Aprendizaje (IEYA)*, 3(2 (Edición especial)), 42–46. <https://ieya.uv.cl/index.php/IEYA/article/view/697/672>
- García-Peñalvo, F., & Seoane, A. (2015). An updated review of the concept of eLearning. Tenth anniversary. *Education in the Knowledge Society*, 16(1), 119–144. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14201/eks2015161119144>
- González-Segura, C. M., García-García, M., & Menéndez, V. H. (2018). Análisis de la evaluación de competencias y su aplicación en un sistema de gestión del aprendizaje. Un caso de estudio. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 58. <https://doi.org/10.6018/red/58/3>
- Grijalva, Y. E. (2009). Introducción al método de simulación de Monte Carlo. In *Métodos cuantitativos para los negocios* (pp. 232–249). <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r94434.PDF>
- Hausberger, T. (2020). Abstract Algebra Teaching and Learning. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 5–9). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_100022
- Hernández, R., Sánchez, I., Zarate, J., Medina, D., Loli, T., & Arévalo, G. (2019). Information and Communication Technology (ICT) and its Practice in Educational Evaluation. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 1–10. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.328>
- Hernández, Roberto, Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Edic). Mc Graw Hill Education.
- Larrea, H., & Balarezo, B. (2019). TAM technology acceptance model in NextCloud. Case Study Computer and Information Technology School. *Revista ESPACIOS*, 40(21), 4. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n21/19402104.html>
- Lima, G. L. De, & Gomes, E. (2018). How Linear Algebra Entered the Curriculum of the First Brazilian University. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32(62), 927–945.
- Luis, H., Pablo, S., Juan, R., Nubia, C., Rosa, O., & Felipe, B. (2015). A Virtual Learning

- Environment for Elementary Algebra Based on Games and the Principles of Cognitive Theory. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 12(1), 243–251. <http://www.ijias.issr-journals.org/>
- Marin, M., & Romero, L. (2018). Conception of the students on the strategies used by the teachers for teaching the contents of the Linear Algebra Module Abstract. *CEDOTIC. Revista de La Facultad de Ciencias de La Educación.*, 3(1), 123–143.
- Martínez-Acosta, A., & Uzuriaga, V. L. (2016). An example of evaluation from a developer approach, linear algebra case. *Scientia et Technica*, 21(3), 264. <https://doi.org/10.22517/23447214.10231>
- Moreno, J., & Montoya, L. F. (2015). Use of a gamified virtual learning environment as didactic strategy in a pre-calculus course: Case study in the National University of Colombia. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 16, 1–16. <https://doi.org/10.17013/risti.16.1-16>
- Ortiz, J., Rico, L., & Castro, E. (2008). Using Modelling and Graphic Calculators in the Teaching of Linear Algebra: A Study in a Teacher Training Program. *PNA*, 2(4), 181–189.
- Sacramento, A. (2020). *Evaluar mediante TIC en FLE : ventajas e inconvenientes* [Universidad de La Laguna]. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/23456>
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., & García-Peñalvo, F. J. (2017). Will future teachers use mobile technologies? Validation of an extended TAM model proposal. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 52. <https://doi.org/10.6018/red/52/5>
- Sánchez, Manuel, Martín, F., & Vallarejo, F. (2007). El modelo TAM y la enseñanza superior . Una investigación del efecto moderador del sexo. *Revista Española de Pedagogía*, LXV(238), 459–478. <https://www.redalyc.org/pdf/654/65414107.pdf>
- Sánchez, María, Paz, M., & Jesualdo, F. (2013). TECNOLOGÍAS SEMÁNTICAS PARA LA EVALUACIÓN EN RED : ANÁLISIS DE UNA EXPERIENCIA CON LA. *RIE. Revista de Investigación Educativa*, 31(2), 447–464. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.6018/rie.31.2.116721>
- Sancho, T. ., & Daza, V. . (2014). Strategy for monitoring and evaluation of learning in introductory algebra MOOC. *Digital Education Review*, 25(1), 36–50. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84904135384%7B%7D%7B%7D%7B%7D%7B%7D%7D%7DpartnerID=40%7B%7B%7D%7B%7D%7B%7D%7D%7D>

%7D%7B%7D%7Dmd5=0e80e0426d4601cff324f3226af3990e

- Silva, J. (2017). A virtual pedagogical model centered on E-activities. *RED. Revista de Educación a Distancia. Núm. 53. Artic, 10*, 31–34. <https://doi.org/10.6018/red/53/10>
- Tapia-León, M., Peñaherrera-Larenas, F., & Cedillo-Fajardo, M. (2015). Comparación de los LMS Moodle y CourseSites de Blackboard usando el modelo de aceptación tecnológica TAM. *Revista Ciencia UNEMI*, 8(16), 78–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol8iss16.2015pp78-85p>
- Trigueros, María. (2019). The development of a linear algebra schema: learning as result of the use of a cognitive theory and models. *ZDM - Mathematics Education*, 51(7), 1055–1068. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01064-6>
- Trigueros, María, & Oktaç, A. (2019). Task design in APOS Theory. *Avances de Investigación En Educación Matemática*, 15, 43–55.
- Trigueros, Maria, & Wawro, M. (2020). Linear Algebra Teaching and Learning. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 474–478). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_100021
- Urquidi, A. C., Calabor Prieto, M. S., & Tamarit, C. (2019). Virtual learning environments: Extending the technology acceptance model. *Revista Electronica de Investigacion Educativa*, 21(1), 1–12. <https://doi.org/10.24320/REDIE.2019.21.E22.1866>